

УДК 543.27.6

ЭКОАНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ОКСИДА УГЛЕРОДА В ГАЗОВОЙ СРЕДЕ ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Э.Абдурахманов

Самаркандский госуниверситет им.А.Навои
703004, Узбекистан, Самарканд, Университетский бульвар, 15
ergash50@yandex.ru

Поступила в редакцию 28 февраля 2004 г.

Приведены результаты разработки автоматического газоанализатора ГА-СО для контроля содержания оксида углерода в газовой среде. Анализатор предназначен для отбора, транспортирования, подготовки технологических газов и измерения объемной доли оксида углерода в газовой пробе. В приборе реализуется термокаталитический метод определения оксида углерода. Селективность метода обеспечена подбором катализатора чувствительного элемента термокаталитического сенсора. Простая конструкция и надежность в работе делают ГА - СО удобным и необходимым инструментом при различных аналитических измерениях оксида углерода.

Абдурахманов Эргаш - кандидат химических наук, доцент кафедры аналитической химии Самаркандского госуниверситета.

Область научных интересов: разработка и исследование высокоселективных автоматических анализаторов токсичных, взрывоопасных компонентов смеси газов.

Автор 128 работ, 11 авторских свидетельств СССР и республики Узбекистан.

В работах [1, 2] нами разработан селективный термокаталитический сенсор для мониторинга оксида углерода в газовой среде. Селективность определения обеспечена путем подбора соответствующего катализатора для измерительного (Co_3O_4 50 %- MnO_2 50 %) и сравнительного (Cu_2O 30 %- ZrO_2 70 %) элементов сенсора.

В данной работе приведены результаты разработки автоматического газоанализатора оксида углерода ГА-СО на основе селективного термокаталитического сенсора.

Установка состоит из газоанализатора, фильтра очистки выхлопных газов и блока питания. Газоанализатор выполнен в едином блоке, включающем в себя первичный преобразователь (селективный термокаталитический сенсор оксида углерода) и вторичный преобразователь (усилитель постоянного тока), собранные в металлическом корпусе.

Оценка метрологических характеристик разработанных автоматических анализаторов оксида углерода проводилась согласно техническим

заданиям и условиям (ТУ УЗ 16096982 - 01) прибора ГА-СО. Были определены диапазоны измерения основной абсолютной и приведенной погрешностей, дополнительной погрешности при изменении параметров окружающей среды, установлена устойчивость к перегрузкам по концентрации и вариации выходного сигнала анализатора. Проведена также проверка времени установления показания прибора, его прогрева и потребляемой мощности.

Проверку метрологических параметров разработанного газоанализатора проводили при следующих условиях: температура $20 \pm 5^\circ\text{C}$, давление $92,0 - 101,3$ кПа относительная влажность 30-80%. В опытах использовали поверочные газовые смеси (ГС) оксида углерода в воздухе. Опыты проводили подачей на вход газоанализатора ГС в следующей последовательности N 1-3-5-5-1-5, где номер ГС соответствует содержанию измеряемого компонента(%): $N1 = 10 \pm 5$; $N2 = 50 \pm 5$; $N3 = 95 \pm 5$.

Все расчеты проводились согласно ГОСТУ 13320-81. Основная абсолютная погрешность (Δ) газоанализатора в точках проверки определялась по формуле:

$$\Delta = A_1 - A_0, \quad (1)$$

где A_1 - концентрация оксида углерода в проверяемой точке измерений, индуцируемая на индикаторе; A_0 - истинная концентрация измеряемого компонента в проверяемой точке измерения,

указанная в паспорте к ГС.

Основные приведенные погрешности (γ) определялись разностью между показаниями газоанализатора и истинными значениями концентрации, отнесенными к диапазону измерений:

$$\gamma = A_1 - A_0 / C_k - C_n, \quad (2)$$

где $C_k - C_n$ начальный и конечный пределы измерения концентрации определяемых компонентов газовых сред, % об.

Все опыты повторялись не менее пяти раз. Результаты проверки диапазона измерений и основной погрешности газоанализатора ГА-СО представлены в табл. 1 и 2.

Как следует из приведенных данных, разработанный газоанализатор ГА-СО в изученном интервале имеет прямолинейную зависимость сигнала от концентрации определяемого компонента (табл. 1). В интервале концентрации 0-5% значение относительного стандартного отклонения S_r не превышает 0,021.

Таблица 1

Зависимость сигнала газоанализатора ГА-СО от концентрации оксида углерода в смеси (n-5, P-0,95)

Введено оксида углерода, об. %	Найдено оксида углерода, об. %		
	$x \pm \Delta x$	S	$S_r \cdot 10^2$
1,50	$1,44 \pm 0,04$	0,030	2,1
2,50	$2,50 \pm 0,04$	0,034	1,4
4,05	$4,09 \pm 0,05$	0,042	1,1
5,00	$5,04 \pm 0,06$	0,048	1,0

Таблица 2

Результаты определения основной абсолютной и приведенной погрешностей газоанализатора ГА-СО в интервале содержаний СО 0-5,00 об. %

№ п/п ГАСО	Найденное значение Δ об. % и γ пр %	Содержание оксида углерода в смеси, об. %					Допуск по ТУ
		0,00	1,50	2,50	4,05	5,00	
1	Абсолютная погрешность (Δ)	0,01	0,05	0,03	0,01	0,03	$\pm 0,25$ об. %
	Приведенная погрешность (γ)	0,2	1,0	0,6	0,2	0,6	$\pm 5,0$ %
3	Абсолютная погрешность (Δ)	0,02	0,03	0,01	0,07	0,09	$\pm 0,25$ об. %
	Приведенная погрешность (γ)	0,4	0,6	0,2	1,4	1,8	$\pm 5,0$ %
5	Абсолютная погрешность (Δ)	0,01	0,09	0,12	0,03	0,07	$\pm 0,25$ об. %
	Приведенная погрешность (γ)	0,2	1,8	2,4	0,6	1,4	$\pm 5,0$ %

Найденные значения основной абсолютной и приведенной погрешностей ГА-СО (табл. 2) намного ниже допустимых, что показывает соответствие анализатора требованиям ТЗ и ТУ.

Зависимость дополнительной погрешности газоанализаторов от изменения температуры окружающей среды изучали в интервале $-10 - +45^\circ\text{C}$. В экспериментах использовали ГС №3 - 2,50 об. % СО + воздух; №5 - 5,00 об. % СО + воздух.

Результаты влияния температуры на стабильность определения оксида углерода в газовой смеси представлены в табл. 3.

Из данных табл. 3 следует, что разработанный газоанализатор ГА-СО вполне соответствует требованиям ТУ и позволяет контролировать содержание оксида углерода в газовых смесях в широком интервале температур.

Предусмотренные по ТУ номинальные значе-

ния питания ГА-СО от источника постоянного тока $12,0\text{ В} \pm 17\%$ и от источника переменного тока 220 В с отклонением от плюс 10 до минус 15 % В

связи с этим изменение напряжения питания изучали в интервале напряжения $10,5 - 13,5\text{ В}$ (постоянный ток) и $187,0 - 242,0\text{ В}$ (переменный ток).

Таблица 3
Результаты по установлению зависимости сигнала газоанализатора ГА-СО от температуры газовой среды (n-5, P-0,95)

Температура °C	Найдено оксида углерода. % об.					
	ГС №3 (2,5 % CO в воздухе)			ГС №5 (5,0 % CO в воздухе)		
	$x \pm \Delta x$	S	$S_r \cdot 10^2$	$x \pm \Delta x$	S	$S_r \cdot 10^2$
+20	$2,64 \pm 0,05$	0,042	1,5	$5,06 \pm 0,08$	0,064	1,3
-10	$2,56 \pm 0,06$	0,048	1,9	$4,96 \pm 0,12$	0,090	2,0
0	$2,63 \pm 0,06$	0,049	1,7	$5,06 \pm 0,09$	0,072	1,4
+15	$2,58 \pm 0,05$	0,040	1,8	$5,08 \pm 0,10$	0,080	1,6
+30	$2,68 \pm 0,06$	0,050	1,8	$4,99 \pm 0,11$	0,090	1,8
+45	$2,68 \pm 0,04$	0,035	1,2	$5,02 \pm 0,08$	0,060	1,2

Согласно ТУ 16096982-01 допустимая дополнительная погрешность ГА-СО при изменении напряжения питания анализатора должна быть равна $\pm 2,5\%$. Найденная дополнительная погрешность ГА-СО в интервале напряжения питания $10,5 - 13,5\text{ В}$ и $187 - 242\text{ В}$ не более $1,4\%$. Следовательно, разработанный газоанализатор ГА-СО соответствует требованиям ТЗ и ТУ, что свидетельствует о пригодности ГА-СО для определения оксида углерода в широком интервале изменения напряжения питания анализатора.

Проверка вариации выходных сигналов газоанализаторов проводилась при температуре $20 \pm 5\text{ °C}$ и давлении $92 - 101,3\text{ кПа}$. В опытах использовали смесь с содержанием оксида углерода $1,50$; $2,50$; и $4,05\%$ об. Полученные результа-

ты вариации выходных сигналов ГА-СО представлены в табл. 4.

Как видно из табл. 4, в изученном интервале концентрации погрешность вариации выходного сигнала ГА-СО не более $0,05\%$, что значительно меньше допустимой ошибки по ТУ.

Проверка устойчивости газоанализатора к перегрузкам концентрации проводилась при содержании оксида углерода в смеси $12,50\%$ об. %. В качестве контрольной смеси использовалась газовая смесь где содержание оксида углерода равно $4,05\%$ об. %, при такой концентрации проводили сравнение выходного сигнала ГА-СО до и после воздействия перегрузочной смеси. Время воздействия перегрузочной смеси - 20 мин .

Таблица 4
Результаты вариации выходных сигналов газоанализатора оксида углерода

№ ГА-СО	Значение вариации выходных сигналов ГА-СО, об. %			Допускаемое значение по ТУ
	ГС №-2 1,5% CO	ГС №-3 2,5% CO	ГС №-4 4,05% CO	
1	0,02	0,02	0,00	$\pm 0,125\text{ об. \%}$
2	0,05	0,01	0,01	$\pm 0,125\text{ об. \%}$
3	0,01	0,02	0,05	$\pm 0,125\text{ об. \%}$

Время восстановления нормальной работы газоанализатора определялось по его выходному сигналу в зону основной погрешности.

Эксперименты показали, что разработанный газоанализатор оксида углерода в изученном интервале концентрации выдерживает перегрузки по концентрации. Значение дополнительной погрешности ГА-СО при воздействии перегрузочной концентрации не превышает $0,03\%$ об. %.

Также были установлены время прогрева (не

более 2 мин); потребляемая мощность (не более 15 Вт); влияние уровня радиопомех и тряски; воздействие температур $-5 - +50\text{ °C}$ в транспортировке тар и др. В результате этих опытов установлено, что разработанный газоанализатор ГА-СО полностью отвечает требованиям ТЗ и ТУ Р.Уз 64-16096982-01 Автоматический газоанализатор типа ГА-СО. Анализатор ГА-СО Узгосстандартом республики Узбекистан рекомендован для внедрения и эксплуатации в составе передвижных

и стационарных лабораторий контроля состава технологических и выхлопных газов. На этот анализатор получен сертификат республики Узбекистан (N 145), республики Казахстан (N 301) и рес-

публики Кыргызия (KG 417/01) и допущен к применению в качестве средств измерений в этих республиках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент Р.Узбекистан ИРД 9800063.1. / Абурахманов Э., Хашимов Т.Ж. Термокatalитический газоанализатор оксида углерода.

2. Предварительный патент Р.Узбекистан N 505 / Абурахманов Э., Сахибов Ш.Д., Николаев К. Газоанализатор окиси углерода (ГА-CO) .

* * * * *

ECOANALYTICAL CONTROL OF CARBON OXIDE IN A GAS MEDIUM BY THERMOCATALYTIC METHOD

E. Abdurahmanov

Results of the automatic gas analyser GA-CO for control of carbon oxide concentration in a gas medium are presented. Selectivity of the analyser is provided by selection of a catalyst for the sensitive element of thermocatalytic sensor.
